



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07297111 A**(43) Date of publication of application: **10.11.95**

(51) Int. Cl.

H01L 21/027
G03B 27/54
G03F 7/20

(21) Application number: **06090339**(71) Applicant: **SONY CORP**(22) Date of filing: **27.04.94**(72) Inventor: **SUGANUMA HIROSHI**(54) **ILLUMINATOR FOR EXPOSURE**

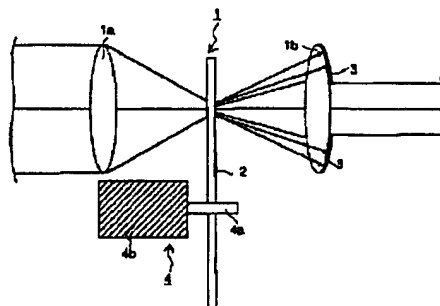
(57) Abstract:

PURPOSE: To average the spatial/temporal intensity, the phase and the direction of polarization of a beam by varying the scattering state of a dynamic scattering plate, returning the scattered light therefrom to an illumination optical system at are condensing section in order to recondensate and reuse, thereby imparting a random scattering to each point on the cross-section of the beam.

CONSTITUTION: A dynamic scattering plate 2, movable in response to the operation of a driving section 4, is interposed between a condenser lens 1a and a collector lens 1b. A recondensing section 3 is also provided in order to condense the light scattered from the dynamic scattering plate 2 back to an illumination optical system. The recondensing section 3 increases the condensation rate by locating the focus thereof at the collector lens 1b. Furthermore, the factor for making uneven the spatial distribution of exposing illumination is weakened by enlarging the diameter of beam on the dynamic scattering plate 2. The dynamic scattering plate 2 imparts a random scattering to each point on the cross-section of beam thus averaging the

spatial/temporal intensity, phase and the direction of polarization of the beam.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-297111

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int.Cl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/54		Z		
G 0 3 F 7/20	5 0 5			
			H 0 1 L 21/ 30	5 1 5 D
				5 2 7
			審査請求	未請求 請求項の数7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-90339

(22) 出願日 平成6年(1994)4月27日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 菅 昭 洋

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

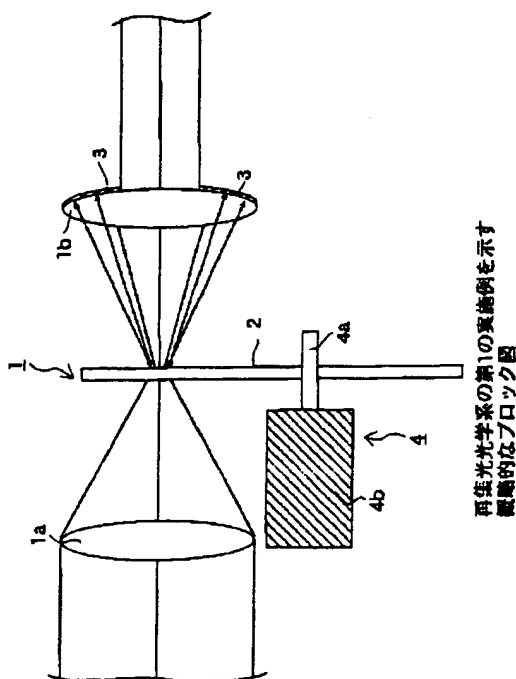
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 露光照明装置

(57) 【要約】

【目的】 簡便かつ安価な構成で露光光源の条件を満足する光で照明することができる露光照明装置の提供を目的とする。

【構成】 照明光学系内の再集光光学系1に散乱状態を変化させる動的散乱板2を配し駆動部4、例えばモータ4bの回転動作等に応じて動的散乱板2の散乱状態を変化させ、再集光部3でこの動的散乱板2からの散乱光を照明光学系の動的散乱板2に戻して集光した光を再利用する



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの出射光を露光部に導く照明光学系を有する露光照明装置において、上記光源と上記露光部間の光路中に配され、散乱状態が変化する動的散乱媒体と、この動的散乱媒体からの散乱光を上記照明光学系に戻して集光する再集光手段とを有することを特徴とする露光照明装置。

【請求項2】 上記動的散乱媒体は、上記照明光学系の一对のレンズの入射光側のレンズによりビーム径が絞込まれる位置に配することを特徴とする請求項1記載の露光照明装置。

【請求項3】 上記再集光手段は、上記動的散乱媒体に対して相前後する位置に配された一对のレンズの少なくとも一方のレンズに出射光の有効光路範囲外に反射膜を設けることを特徴とする請求項1記載の露光照明装置。

【請求項4】 上記再集光手段として一对のハーフミラーを共振型配置とすることを特徴とする請求項1記載の露光照明装置。

【請求項5】 上記再集光手段として積分球を用いることを特徴とする請求項1記載の露光照明装置。

【請求項6】 上記動的散乱媒体の散乱状態の変化には、上記動的散乱媒体を振動させる振動手段が上記動的散乱媒体上に配設されることを特徴とする請求項1記載の露光照明装置。

【請求項7】 上記照明光学系には、この照明光学系の光路長を光軸方向に時間的に変化させる光路長可変手段が設けられていることを特徴とする請求項1記載の露光照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、露光光源からの出射光を照明光学系により露光部に供給して被露光対象を照明する露光照明装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から露光装置には、様々な露光に関する条件が要求されている。例えば、露光装置は、使用する光源の光学特性として単色性に優れ、かつ可干渉性を持たない光が求められている。また、この露光装置の出射光が、短波長の光であると、高解像度の露光パターンにも対応した露光を行うことができるので、出射光の短波長化が進められてきている。さらに、露光装置の高スルーputt化を達成するために、露光装置は、高出力であることが要求される。

【0003】 これらの条件を満足する露光光源としては、例えばエキシマレーザがある。このエキシマレーザは、現在、次世代の半導体露光装置の光源に本命と言われて期待されている光源である。エキシマレーザは、単色性及び指向性に優れていると共に、多モード発振のコヒーレンシーの低いレーザ光を出射する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、エキシマレーザは、このレーザ発生装置自体が大型である。実際にこのエキシマレーザを発生させるためには、冷却水等の大きなスペースをとる設備の必要性や頻繁な危険性の高いガス及び部品等の交換の必要性が知られている。これらの点から、露光装置の設置から実運用・保守の面をも含めて多大なコストがかかることも知られている。

10 【0005】 このような設備、運用及び保守のコストを抑えることができる露光光源を検討してみると、例えばアルゴンレーザ、色素レーザ及び固体レーザの高調波によるレーザが露光光源として挙げられる。この露光光源が、短波長のレーザ光を出力するので、露光装置は、高解像度にも対応させることができる。しかしながら、これらのレーザ光は、露光光源の条件として挙げた条件の一つである可干渉性が高い。このため、露光装置の光源としては不適当なものとされている。

20 【0006】 従って、この露光光源の可干渉性を改善すれば、特に、光電変換効率が高く狭スペクトルで可干渉性の高い半導体レーザの高調波でも用いることができるようになる。そこで、可干渉性を改善するため、露光装置は、回転する散乱板を光路中に設けている。回転する散乱板は、コヒーレントなレーザ光を透過させることにより疑似的に熱輻射光と同じようにインコヒーレントな光に変換できることが知られている。

30 【0007】 このように光路中に回転する散乱板を配設すると、露光光源の可干渉性は改善することができる。しかしながら、回転する散乱板を透過する透過光は、散乱板による損失が大きいので、散乱板からのインコヒーレントな透過光量は少なくなる。このため、入射光量に対するインコヒーレントな透過光量を出力する効率は低くなってしまふ。

40 【0008】 これに対して、インコヒーレントな透過光量を多くすると、この透過光の強度分布は中心付近が強く、いわゆるホットスポットと呼ばれる状態になり、照明における光の強度分布が不均一になる。この光強度分布を均一にするために各種の手法が提案されてきているが、複雑な光学系が必要になる。この他にも、例えばレーザ光の横モードの変動や個体差を吸収するため、露光装置にはこれらの調整用の調整機構も必要である。

【0009】 また、上述した散乱板による光の散乱が不十分な場合、透過光量は増加するが、可干渉性も増加してしまふ。このような露光光源の改善方法では、露光光源からの出射光に対する散乱板による散乱効果と散乱板への入射光量に対する透過光量で表される光の利用効率とは、互いにトレードオフの関係になっていることが判る。

50 【0010】 そこで、本発明は、上述したような実情に鑑みてなされたものであり、簡便かつ安価な構成で露光

光源の条件を満足する光で照明することができる露光照明装置の提供を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る露光照明装置は、上述した課題を解決するために、光源からの出射光を露光部に導く照明光学系を有する露光照明装置において、光源と露光部間の光路中に配され、散乱状態が変化する動的散乱板と、この動的散乱板からの散乱光を照明光学系に戻して集光する再集光部とを有することを特徴としている。

【0012】ここで、動的散乱板は、照明光学系の一对のレンズの入射光側のレンズによりビーム径が絞込まれる位置に配している。

【0013】露光照明装置の再集光部は、動的散乱板に対して相前後する位置に配された一对のレンズの少なくとも一方のレンズに出射光の有効光路範囲外に反射膜を設けている。また、再集光部としては、一对のハーフミラーを共振型配置としたり、積分球を用いてもよい。この積分球には、積分球の一部分を動的散乱媒体で置き換えてもよい。

【0014】上記動的散乱板の散乱状態の変化は、例えば動的散乱媒体をモータで回転させても可能であるが、このモータの代わりに動的散乱板を振動させるトランスデューサを動的散乱板上に設けてもよい。

【0015】また、照明光学系には、この照明光学系の光路長を光軸方向に時間的に変化させる光路長可変部を設ける。この光路長可変部には、光路長可変部への入射光に対する屈折率を電気的、力学的または磁気的な効果を用いて光路長を可変制御できる媒質が用いられている。光路長可変部は、例えば光路の方向を変えるための折り返しミラー部に圧電素子を取り付けたものや照明光学系中のレンズを光軸方向に微小に変化させてもよい。この光路長可変部を有する照明光学系には、必要に応じて再集光部を有する光学系と組み合わせてもよい。

【0016】

【作用】本発明に係る露光照明装置では、照明光学系内に散乱状態を変化させる動的散乱板を配し、例えば駆動部の動作に応じて動的散乱板の散乱状態を変化させ、再集光部でこの動的散乱板からの散乱光を照明光学系に戻して集光して再利用することにより、ビーム断面の各点に対してランダムな散乱を与えてビームの空間的・時間的な強度、位相及び偏光方向に対して平均化を行い、可干渉性を有するコヒーレントな光を疑似的な熱輻射光と同様のインコヒーレント光に変換すると共に、変換されたインコヒーレント光の光利用効率を高めている。

【0017】動的散乱板は、照明光学系の一对のレンズの入射光側のレンズによりビーム径が絞込まれる位置に配して、動的散乱板による空間的な平均化を行っている。この位置に配された動的散乱媒体を駆動部の駆動に

光強度分布が移動しビームの各点の光強度分布が時間的に平均化される。

【0018】再集光部は、動的散乱板に対して相前後する位置に配された一对のレンズの少なくとも一方のレンズに出射光の有効光路範囲外に反射膜を設けて再集光することにより、集光を容易にして集光効率を上げると共に、変換されたインコヒーレント光の光利用効率を高めている。

【0019】再集光部として一对のハーフミラーを共振型配置とすることにより、例えば密着露光を行う場合に再集光部の構成を簡潔な構成にしている。

【0020】再集光部に積分球を設けることにより、積分球からの出射光の光強度分布を均一にする。

【0021】動的散乱板を変化させる駆動部として動的散乱板を振動させるトランスデューサを動的散乱板上に設けることにより、従来の動的散乱板を回転させた場合と同じビームの空間的・時間的な強度、位相及び偏光方向に対する平均化を行いながら、装置構成を小型にし、制御の自由度を得ている。

【0022】照明光学系には、この照明光学系の光路長を光軸方向に時間的に変化させる光路長可変部を設けて、露光像上のスペックルをキャリブレーションして干渉縞の平均化を行っている。

【0023】

【実施例】以下、本発明に係る露光照明装置の実施例について、図面を参照しながら説明する。ここで、本発明では、可干渉性の高い光源でも用いることができる構成にしているので、多種多様なレーザを露光光源として使用する。特に、実施例では、光電変換効率が高く、狭スペクトルで可干渉性の高い半導体レーザを露光光源として用いている。

【0024】この半導体レーザは、励起個体レーザにおける単モード高調波を用いる。励起個体レーザには、Nd; YAG、YLF、YVO₄ 等があり、出射されるレーザ光の第4、第5高調波を用いる。

【0025】第1の実施例における露光照明装置の光学系は、例えば図1に示すように、再集光光学系1を一部に有している。この再集光光学系1の一部には、基本的に、レーザ光源と露光部間の光路中に一对のレンズ群として集光レンズ1aと、コレクタレンズ1bと、この集光レンズ1aとコレクタレンズ1bとの間に駆動部4の動作に応じて動く動的散乱板2と、動的散乱板2からの散乱光を照明光学系1に戻して集光する再集光部3を有している。

【0026】動的散乱板2は、再集光光学系1の一对のレンズの入射光側のレンズ、すなわち上記集光レンズ1aによりレーザ光のビーム径が絞込まれる位置に配されている。この動的散乱板2は、例えば動的散乱板2を回転させるため、動的散乱板2の回転中心位置に回転軸4aが取り付けられている。回転軸4aは、モータ4b

からの回転駆動力によって回転する。駆動部4は、このように構成されている。

【0027】集光レンズ1aは、この集光レンズ1aに入射される平行光を動的散乱板2に収束させる。動的散乱板2は、集光された光を散乱し、透過させている。コレクタレンズ1bには、この動的散乱板2からの透過光が入射する。

【0028】このコレクタレンズ1bには、例えば予め設定した有効出射光路以外の領域にミラーコーティングが反射膜として施されている。このミラーコーティングが施されたコレクタレンズ1bが再集光部3に対応している。コレクタレンズ1bは、ミラーコーティングされた領域で動的散乱板2から散乱された入射光を反射して再び動的散乱板2へと向かわせ、動的散乱板2上に焦点を結ぶ。動的散乱板2上では、再び再集光した光が散乱される。この散乱・再集光の過程を繰り返しながら、コレクタレンズ1bは、ミラーコーティングしていない領域から動的散乱板2で散乱された光を平行光にして出射する。

【0029】このコレクタレンズ1bに設けた再集光部3により、動的散乱板2からの散乱光の散乱範囲をある程度狭めて、この散乱光の再集光を容易にしている。また、再集光部3は、後述する動的散乱板2の効果をビーム全体に亘って均一にし、動的散乱板2の移動、振動等の速度・帯域に対する効果を向上させる。しかしながら、上述したように再集光された光が動的散乱板2上に焦点を結ぶことは、必ずしも必要な要件ではない。再集光部3の目的は、コレクタレンズ1bの位置に焦点を置いて集光率を上げ、動的散乱板2上のビーム径を広げて、露光照明の空間分布を不均一にする大きな要因であるいわゆる“ホットスポット”を弱めること等にある。

【0030】次に、動的散乱板2は、ビーム断面の各点に対してランダムな散乱を与え、このビームが有する空間的・時間的な光強度・位相・偏光方向についての平均化を行い、入射するコヒーレントな光から疑似的な熱輻射光（インコヒーレント光）への変換を可能にするための散乱部材である。この動的散乱板2を配して入射光を散乱して出射させることにより、入射光に対して空間的な平均を行っている。さらに、この動的散乱板2を駆動部4によって回転させると、動的散乱板2は、時間的に干渉縞の光強度分布を移動させ、ビームの各点が平均化される。

【0031】このように構成して動作させることにより、従来のいわゆる“ホットスポット”現象、すなわち入射光に対する散乱が不十分なとき、動的散乱板2からの透過光が増え、この散乱の影響が少ないために生じるレンズの光軸近傍付近の光強度分布が強くなる現象を抑えることができる。

【0032】また、再集光部3を設けて散乱光を再集光して有効出射光領域からインコヒーレント光を出射させ

ることにより、従来の散乱光の増加に応じて増加する露光照明の光量損失分を抑えて、入射光量に対する出射光量を増加させることで、光の利用効率を高めることができる。この動的散乱板2と再集光部3との間で散乱光の反射を繰り返すことにより、繰り返し動的散乱板2上で散乱され、この両者間を往復した光が重ね合わさることによって、コレクタレンズ1bからの出射光を空間的・時間的なスペックルを低減させることができる。結果として、カップリング効率の向上と散乱光量の増加を同時に実現させることができる。

【0033】次に、この第1の実施例に対する変形例について図2～図5を参照しながら説明する。ここで、図1と共通する部分に同じ参照番号を付して説明を省略する。第1の変形例として露光照明装置の再集光光学系は、例えば図2に示すように、再集光部3として2つの凹面鏡3a、3bを一組設けている。凹面鏡3a、3bは、それぞれ凹面鏡の中心部に貫通口が形成されている。この凹面鏡3a、3bの貫通口の大きさは、それぞれ集光レンズ1aへの入射光断面積とコレクタレンズ1bからの出射光断面積にして散乱光量の損失が最小になるよう配設している。このように再集光部3は、散乱光量を空間的に妨げることがないように配設されている。

【0034】このように構成することにより、コレクタレンズ1bからの出射光のコヒーレンシーを低下させると共に、散乱光の損失を極力抑えて入射光の利用効率を高めることができる。

【0035】第2の変形例の再集光光学系には、例えば図3に示すように、集光レンズ1aの入射光側、コレクタレンズ1bの出射光側にミラーコーティングが施されている。ミラーコーティング領域は、それぞれ集光レンズ1aへの入射光断面積とコレクタレンズ1bからの出射光断面積に相当する部分以外の領域にしている。この領域が、それぞれ再集光部3のミラー部3A、3Bである。

【0036】このように構成することにより、コレクタレンズ1bからの出射光のコヒーレンシーを低下させ、散乱光の損失を極力抑えて入射光の利用効率を高めると共に、光学系の構成を簡略化させることができる。

【0037】第3の変形例の再集光光学系は、例えば図4に示すように、動的散乱板2の前側、すなわち集光レンズ1aの入射光側だけにミラー部3Aを設けた例を示している。このように集光レンズ1a側にだけ再集光部3を設けても散乱光の損失を抑えて入射光の利用効率を高めると共に、コレクタレンズ1bからの出射光のコヒーレンシーを低下させ、光学系の構成をより一層簡略化させることができる。この再集光光学系でもカップリング効率を十分にとることができる。図1の構成から明かなように、再集光部3の構成は、動的散乱板2の前後に1つ以上設けるとよいことが判る。

【0038】第4の変形例の再集光光学系は、戻り光ノ

イズ等の問題も生じないあるいはコレクタレンズを用いる必要のない密着露光を行う場合、例えば図 5 に示す光学系にするとよい。この光学系は、露光光量に必要な散乱光量を出射させる透過率を有するハーフミラー 3 C、3 D を設けている。このハーフミラー 3 C、3 D は、互いにミラー部を対向させてレーザ光源からの入射光を共振させる共振型の光学系の要素である。再集光部 3 がミラーコーティングされた集光レンズ 1 a 及びコレクタレンズ 1 b を設ける代わりにこのハーフミラー 3 C、3 D を設けることにより、散乱光の損失を抑えて入射光の利用効率を高めると共に、ハーフミラー 3 D からの出射光のコヒーレンシーを低下させ、光学系の構成を簡略化させることができる。

【0039】つぎに、本発明の露光照明装置の光学系における第 2 の実施例について図 5 を参照しながら説明する。この第 2 の実施例でも第 1 の実施例と共通する部分に同じ参照番号を付して説明を省略する。

【0040】第 2 の実施例に用いられている露光照明系の一部は、図 3 に示した第 1 の実施例の第 2 の変形例の場合と同じ光学系の構成を用いている。すなわち、この構成は、集光レンズ 1 a とコレクタレンズ 1 b の間に動的散乱板 2 を配している。集光レンズ 1 a の入射光側とコレクタレンズ 1 b の出射光側にはミラーコーティングされたミラー部 3 A、3 B が施されている。ミラー部 3 A、3 B は、各レンズのそれぞれ入射光と出射光を損失なくことのないような領域にだけミラーコーティング処理が行われている。

【0041】ただし、動的散乱板 2 として振動板 2 a を用いている。この動的散乱板 2 により各点に対するビームの時間的な平均化を行う方法は、第 1 の実施例では駆動部 4 のモータ 4 b によって回転させていたが、この実施例では超音波をこの動的散乱板 2 の代わりに振動板 2 a を用い、振動板 2 a の内部あるいはその表面を伝搬させる方法を用いている。

【0042】この振動板 2 には、信号源 4 c からの信号に応じて振動板 2 a を振動させるトランスデューサ 4 d が配設されている。トランスデューサ 4 d からの超音波の振動が振動板 2 に伝えられると、振動板 2 は、表面に微小な凸凹を形成される。この微小な凸凹によって入射光が散乱させられる。この散乱光がミラー部 3 A、3 B で反射されることを繰り返しながら、コレクタレンズ 1 b からインコヒーレント光が出射される。

【0043】なお、トランスデューサ 4 d には、信号源 4 c から信号を供給する構成を示したが、トランスデューサ 4 d に電源を供給する電源部と接続する構成にしてもよい。

【0044】この構成により、光学系の構成は、第 1 の実施例の場合に比べて駆動部 4 の構成を小型化することができ、駆動部 4 内のトランスデューサ 4 d の制御を容易化し制御の自由度を獲得することができる。

【0045】つぎに、本発明の露光照明装置の光学系における第 3 の実施例について図 7 を参照しながら説明する。この第 3 の実施例の光学系には、積分球 3 E を用いる。積分球 3 E は、入射光のビームを収束させるために集光レンズ 1 a が一部の壁面に配設される。また、積分球 3 E には、集光レンズ 1 a が配設された位置を考慮し、複数回の反射が行われた後に入射光が積分球 3 E から出射されるような位置にコレクタレンズ 1 b を設けている。

【0046】このように積分球 3 E を用いて積分球内部での複数回の反射によって出射光の強度分布を均一にすることができる。他の光学素子を用いることなく、光学系の構成を簡略化させることができる。また、コヒーレントな入射光が様々な光路を経てくる光の重ね合わせによる光として出射されるため、入射光の時間的なコヒーレンシーも低下させることができる。

【0047】なお、この積分球 3 E の一部壁面に例えば駆動部 4 のモータ 4 b により回転する動的散乱板 2 を配設する組合せを行ってもよい。

【0048】つぎに、本発明の露光照明装置のより具体的な構成について図 8～図 10 を参照しながら説明する。図 8 及び図 9 の構成は、縮小露光系の構成図を示している。縮小露光系の露光照明装置は、例えば図 8 を参照しながら説明すると、レーザ光源 1 0 と、コリメータレンズ 1 1 と、予備的なビーム整形部 1 2 と、コヒーレント光をインコヒーレント光に変換するスペックル除去部 1 3 と、ミラー 1 4、1 6 の間に配されているビーム整形部 1 5 と、コンデンサレン 1 7 と、露光パターンが形成されているレティクル 1 8 と、縮小レンズ 1 9 と、ウェハ 2 0 を載置するステージ 2 1 とを有している。

【0049】レーザ光源 1 0 は、スペックル除去部 1 3 を照明光学系内に配設しているため、光源の空間的・時間的なコヒーレンシーを制御できるので、露光光源として可干渉性を有する光源でも使用することができる。従来における縮小露光系の露光照明装置では、多モード発振のコヒーレンシーの低いエキシマレーザが用いられるが、このエキシマレーザには、設備・保守面等に難があった。本実施例によれば、このエキシマレーザにおける難点を持たない半導体レーザが、エキシマレーザの代わりに縮小露光系の露光照明装置の露光光源として使用できることになる。このように多種多様なレーザ光を露光光源として使用する中で、特に、光電変換効率が高く、狭スペクトルで可干渉性の高い励起固体レーザの単モード高調波のレーザが有効である。縮小露光系の露光照明装置は、設備・保守面に要するコスト等を低減させることができる。

【0050】レーザ光源 1 0 から出射されたレーザ光がコリメータレンズ 1 1 に入射する。コリメータレンズ 1 1 は、このレーザ光を平行光にして予備的なビーム整形部 1 2 に送る。

【0051】予備的なビーム整形部12は、アナモルフィックプリズムやシリンダリカルレンズ等で構成されアスペクト比の改善を行う。この予備的なビーム整形部12を経た光がスペックル除去部13に入射する。

【0052】スペックル除去部13は、入射光を収束させる集光レンズ1aと、駆動部4のモータ4bによって回転する動的散乱板2と、動的散乱板2による散乱光を再集光させる凹面鏡3aと、動的散乱板2からの透過光を平行光にして出射するコレクタレンズ1bとを有する。

【0053】スペックル除去部13の動的散乱板2による散乱で空間的なコヒーレンシーの低下が図られている。また、この動的散乱板2を回転させることにより、時間的に干渉縞の光強度分布を移動させることによって各点での光量が平均化される。この動的散乱板2からの散乱光が動的散乱板2と凹面鏡3aの間を往復させることによって空間的・時間的な光の重ね合わせが行われてレーザ光のコヒーレンシーを低下させる。凹面鏡3aを設けることにより、散乱光の利用効率を高めることができ、この散乱光量を増やしてもいわゆる“ホットスポット”の発生を抑えることができる。

【0054】スペックル除去部13は、コヒーレントな入射光をインコヒーレント光にしてコレクタレンズ1bから例えば時計回り方向に45°傾斜配置されているミラー14に出射する。ミラー14は、このスペックル除去部13からの出射光の光路をミラー面で90°反射させて曲げている。ミラー14は、このように90°光路を曲げてビーム整形部15にビームを供給する。

【0055】ビーム整形部15は、例えばフライアイレンズのような光学部品で構成されている。ビーム整形部15は、ビームの光強度分布を矩形分布に変換してミラー16に出射する。

【0056】ミラー16は、反時計回り方向に45°傾斜配置されている。ミラー16は、ビーム整形部15からの出射光の光路をミラー面で90°反射させてコンデンサレンズ17の方向に曲げている。コンデンサレンズ17は、光強度が矩形分布のインコヒーレントな入射光をレティクル18に露光照明光として照射する。レティクル18に形成されている露光パターンに応じた透過光が縮小レンズ19に供給される。

【0057】縮小レンズ19は、レティクル18が有する縮小像をウェハ20上に結像させる。ウェハ20の表面に感光剤であるレジストが塗布されているため、この縮小像によってレティクル18の露光パターンがウェハ20上に形成される。

【0058】このように構成することにより、露光におけるスペックルを除去して均一な露光照明をウェハに照射することができる。また、レーザ光源がエキシマレーザの構成に比べて小さくできるので、露光照明装置の小型化及び簡易化を達成することができる。

【0059】散乱によって失われていた光も有効利用できるようになることから、光源の光出力が少なくても露光部のウェハを支障なく露光照明することができる。

【0060】図8に示した露光照明装置の構成に図示しないが光軸方向のスキャニングを行う光学部品移動部を設けた変形例について図9を参照しながら説明する。この光学部品移動部としては、例えば図9の圧電素子22、23が一例に挙げられる。光学部品移動部は、この照明光学系の光路中の光路長を時間的に変化させることになる。これによって、レティクル18からウェハ20の結像面までの距離と結像関係を保ったまま、レーザ光源10から結像面までの距離を変化させることによって、ウェハ20の結像面上のスペックルをキャリブレーションすることができる。この光学部品移動部を干渉縞平均化手段とすることができる。

【0061】この図9に示した変形例では、光路を折り返すミラー14、16にそれぞれ圧電素子22、23を配設し、印加電圧に応じてミラー面に垂直方向に増減することにより、一体的に配設されているミラー14、16をそれぞれ矢印a、b方向に移動させる。これにより、露光照明装置は光路長を変化させている。

【0062】干渉縞平均化手段としては、圧電素子だけに限定されるものでなく、例えばビーム整形部15のような部材の屈折率を電気的、力学的及び磁気的な手段を用いて変化させることが可能な媒質を用いて光路長を変化させることもできる。また、図9に示すように、照明光学系内のレンズ、すなわちコリメータレンズ11、集光レンズ1a、コレクタレンズ1b、コンデンサレンズ17を光軸（すなわち図9の矢印c）方向に微小にキャリブレーションすることによっても光路長を変化させることができる。

【0063】このように構成することにより、従来の光軸方向に垂直な面内方向で行っていたキャリブレーションに比べて光軸方向の微小変化でキャリブレーションを行うことができるので、光学系の面内面積を小型化することができる。また、従来の面内スキャニングでは、照明光学系中の像面と共役な位置に存在する微小な埃の影響を取り除くことができなかったが、上述した方式を用いることによって露光照明装置は、微小な埃の影響を低減させることができる。

【0064】最後に、本発明の露光照明装置を密着露光系に適用した際の構成について図10を参照しながら説明する。この密着露光系の露光照明装置は、図8に示した縮小露光系の露光照明装置に比べてみると、縮小レンズ19がなく、レティクル18とウェハ20が密着して配設されていることを特徴としている。

【0065】簡単に照明光学系について説明すると、この露光照明装置は、レーザ光源10から光束をコリメータレンズ11に出射する。コリメータレンズ11で平行光にされた光束が予備的なビーム整形部12によりアス

ベクトル比の改善を受けてスペックル除去部 13 の集光レンズ 1 a に入射される。この集光レンズ 1 a は、入射光を動的散乱板としての振動板 2 a に集光する。

【0066】振動板 2 a には、信号源 4 c から供給される信号に応じて微小振動を伝搬させるトランスデューサ 4 d が配設されている。この振動板 2 a は、トランスデューサ 4 d により供給される例えば超音波の微小振動によって振動する。この振動板 2 a の振動によって振動板 2 a からの出射光は、散乱を受ける。この散乱光がコレクタレンズ 1 b の有効出射光領域からミラー 14 に出射されると共に、コレクタレンズ 1 b の有効出射光領域外のミラー部 3 B では振動板 2 a の出射方向に反射される。このようにして散乱を繰り返し行つて、散乱による光量損失を抑えている。

【0067】ミラー 14 は、出射された散乱光をビーム整形部 15 の方向に光路を折り返す。ビーム整形部 15 では、入射光の光強度分布を矩形分布に変換してビームをミラー 16 に送る。ミラー 16 によって、この光路がコンデンサレンズ 17 の方向に曲げられる。コンデンサレンズ 17 は、供給される入射光を露光照明とするように調整してレティクル 18 に照射する。レティクル 18 とステージ 21 上のウェハ 20 は密着露光するために接近している。ウェハ 20 上には、レティクル 18 の近視野像が結像され、ウェハ 20 表面のレジストへの露光が行われる。

【0068】このように密着露光における露光照明装置に対しても露光におけるスペックルを除去して均一な露光照明をウェハに照射することができる。また、レーザー光源がエキシマレーザの構成に比べて小さくできるので、露光照明装置の小型化及び簡易化を達成することができる。

【0069】以上のように構成することにより、空間的・時間的に高い可干渉性を有する光を可干渉性の低い疑似熱的な輻射光に高効率で変換を行うことができ、露光におけるスペックルを除去できる。この変換において生じる散乱光の損失も再集光部を設けることにより抑えて有効利用することができるので、光源の光出力を小さく済ませることができる。レーザー光源の発光素子の損傷を減らし光源の負担を軽減させることで素子の寿命を長くすることにより、メンテナンスコストを低減させることができる。

【0070】再集光部の構成として有効光路範囲外のレンズ背面側への反射膜形成、共振型にハーフミラーを配置したり、積分球を用いたり、動的散乱板や振動板等へのそれぞれ駆動部によって回転や振動等の変動が与えられることによって、光源からの出射光に対して空間的・時間的な光の重ね合わせが行われ、露光照明の均一化が図られる。この再集光部により、空間的・時間的な光の重ね合わせが行われた散乱光が外部に漏れにくい構成になるので、装置の安全性を高めることができる。

【0071】また、照明光学系の光路長を光軸方向に時間的に変化させる光路長可変部を設けて、露光像上のスペックルをキャリブレーションすることによっても干渉縞の平均化が行え、この構成にすることにより、微小な埃の影響を取り除くことができる。さらに、従来の面内（横）方向で調整する装置構成に比べて予め必要として設けている空間を利用した光軸方向の変化によってキャリブレーションを行うことにより、装置の小型化を実現することができる。

【0072】この構成により、露光照明装置は、次世代の光源として期待されているエキシマレーザに代わって可干渉性の高い半導体レーザからの出射光の高調波を用いて高解像度の露光ができるようになる。これによって、エキシマレーザを用いた露光照明装置に比べて装置の設置面積の低減化、装置自体の小型化、装置のメンテナンスの安全性の改善及びランニングコストや消費電力の節減を行うことができる。

【0073】

【発明の効果】本発明に係る露光照明装置では、照明光学系内に駆動部の動作に応じて動く動的散乱媒体を配し、再集光手段でこの動的散乱媒体からの散乱光を照明光学系に戻して集光して再利用することにより、空間的・時間的に高い可干渉性を有する光を可干渉性の低い疑似熱的な輻射光に高効率で変換を行うことができ、露光におけるスペックルを除去できる。この変換において生じる散乱光の損失も再集光部を設けることにより抑えて有効利用することができるので、光源の光出力を小さく済ませることができる。レーザー光源の発光素子の損傷を減らし光源の負担を軽減させることで素子の寿命を長くすることにより、メンテナンスコストを低減させることができる。

【0074】また、露光照明装置は、次世代の光源として期待されているエキシマレーザに代わって可干渉性の高い半導体レーザからの出射光の高調波を用いて高解像度の露光ができるようになる。これによって、エキシマレーザを用いた露光照明装置に比べて装置の設置面積の低減化、装置自体の小型化、装置のメンテナンスの安全性の改善及びランニングコストや消費電力の節減を行うことができる。

【0075】再集光手段の構成として有効光路範囲外のレンズ背面側への反射膜形成、共振型にハーフミラーを配置したり、積分球を用いたり、動的散乱媒体へのそれぞれ駆動手段によって回転や振動等の変動が与えられることによって、光源からの出射光に対して空間的・時間的な光の重ね合わせが行われ、露光照明の均一化が図られる。この再集光部により、空間的・時間的な光の重ね合わせが行われた散乱光が外部に漏れにくい構成になるので、装置の安全性を高めることができる。

【0076】また、照明光学系の光路長を光軸方向に時間的に変化させる光路長可変手段を設けて、露光像上の

13

スペックルをキャリブレーションすることによっても干渉縞の平均化が行え、この構成にすることにより、微小な埃の影響を取り除くことができる。

【0077】さらに、従来の面内（横）方向で調整する装置構成に比べて予め必要として設けている空間を利用した光軸方向の変化によってキャリブレーションを行うことにより、装置の小型化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る露光照明装置における再集光光学系の第1の実施例を示す概略的なブロック図である。

【図2】上記再集光光学系の第1の変形例を示すブロック図である。

【図3】上記再集光光学系の第2の変形例を示すブロック図である。

【図4】上記再集光光学系の第3の変形例を示すブロック図である。

【図5】上記再集光光学系の第4の変形例を示すブロック図である。

【図6】本発明に係る露光照明装置における再集光光学系の第2の実施例を示す概略的なブロック図である。

【図7】本発明に係る露光照明装置における再集光光学系の第3の実施例を示す概略的なブロック図である。

【図8】上記再集光光学系を適用した縮小露光系の露光

14

照明装置の構成を示すブロック図である。

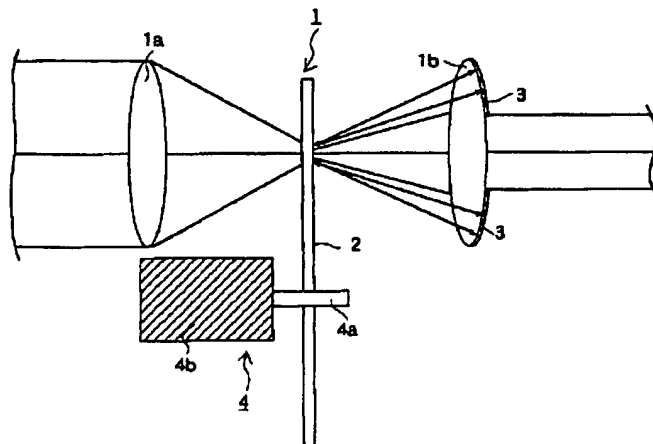
【図9】上記再集光光学系を適用した縮小露光系の露光照明装置の構成を示すブロック図である。

【図10】上記再集光光学系を適用した密着露光系の露光照明装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

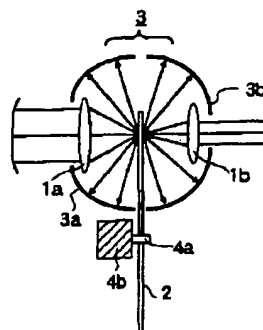
- 1 再集光光学系
- 2 動的散乱板
- 3 再集光部
- 4 駆動部
- 5 光学ピックアップ制御部
- 1a 集光レンズ
- 1b コレクタレンズ
- 2a 振動板
- 3a、3b 凹面鏡
- 3A、3B ミラー部
- 3C、3D ハーフミラー
- 3E 積分球
- 4a 回転軸
- 4b モータ
- 4c 信号源
- 4d トランスデューサ
- 22、23 圧電素子

【図1】



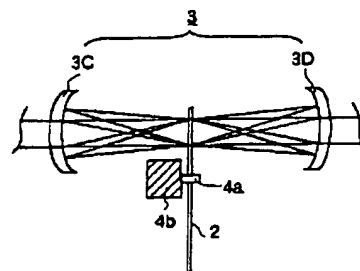
再集光光学系の第1の実施例を示す概略的なブロック図

【図2】



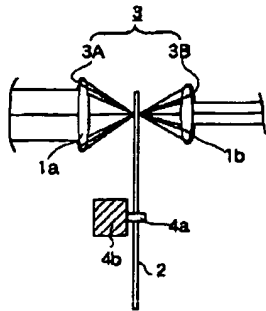
第1の変形例

【図5】



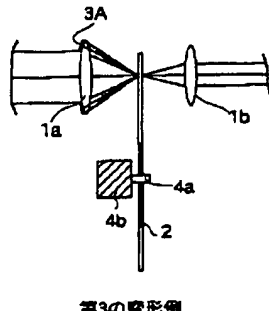
第4の変形例

【図 3】



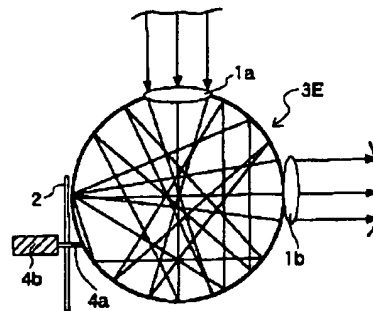
第2の変形例

【図 4】



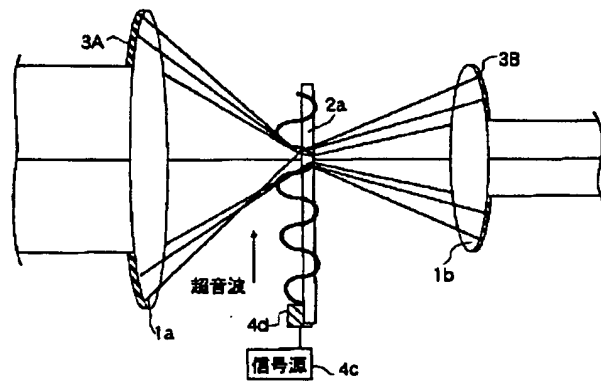
第3の変形例

【図 7】



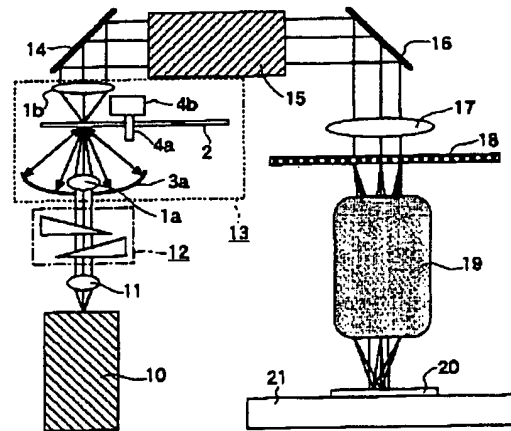
再集光光学系の第3の実施例を示すブロック図

【図 6】



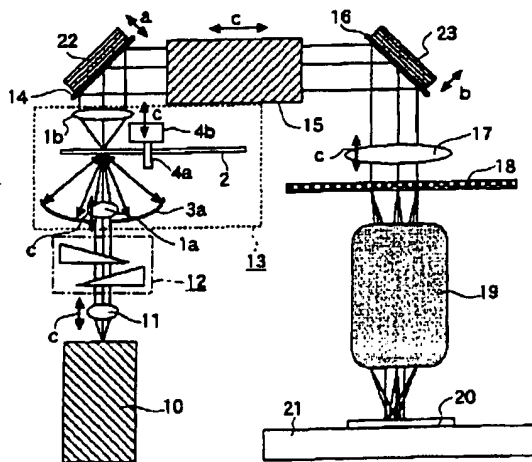
再集光光学系の第2の実施例を示す概略的なブロック図

【図 8】



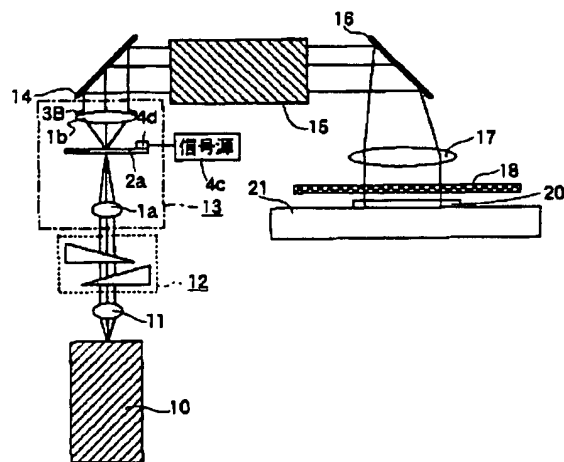
縮小露光系の露光照明装置のブロック図

【図 9】



縮小露光系の露光照明装置のブロック図

【図 10】



密着露光系の露光照明装置のブロック図